

(12) DEMANDE INTERNATIONALE PUBLIÉE EN VERTU DU TRAITÉ DE COOPÉRATION  
EN MATIÈRE DE BREVETS (PCT)(19) Organisation Mondiale de la Propriété  
Intellectuelle  
Bureau international(43) Date de la publication internationale  
11 novembre 2004 (11.11.2004)

PCT

(10) Numéro de publication internationale  
**WO 2004/098235 A1**(51) Classification internationale des brevets<sup>7</sup> :  
H04R 5/033, 5/027(21) Numéro de la demande internationale :  
PCT/FR2004/001033

(22) Date de dépôt international : 28 avril 2004 (28.04.2004)

(25) Langue de dépôt : français

(26) Langue de publication : français

(30) Données relatives à la priorité :  
03/05266 29 avril 2003 (29.04.2003) FR

(71) Déposants et

(72) Inventeurs : PHAM, Hong, Cong, Tuyen [FR/FR]; 21  
rue Roger Salengro, F-94460 Valenton (FR). RECHT,  
Ambroise [FR/FR]; 59 Boulevard Lefebvre, F-75015 Paris  
(FR).(74) Mandataires : Duthoit, Michel. etc.; Conseil en Propriété  
Industrielle, c/o Bureau Duthoit Legros Associes, 96/98  
Boulevard Carnot, Boîte Postale 105, F-59027 Lille Cedex  
(FR).(81) États désignés (sauf indication contraire, pour tout titre de  
protection nationale disponible) : AE, AG, AL, AM, AT,  
AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO,  
CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB,  
GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG,  
KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG,  
MK, MN, MW, MX, MZ, NA, NI, NO, NZ, OM, PG, PH,  
PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SY, TJ, TM, TN,  
TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW.(84) États désignés (sauf indication contraire, pour tout titre de  
protection régionale disponible) : ARIPO (BW, GH,  
GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM,  
ZW), eurasien (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM),  
européen (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI,  
FR, GB, GR, HU, IE, IT, LU, MC, NL, PL, PT, RO, SE, SI,  
SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ,  
GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

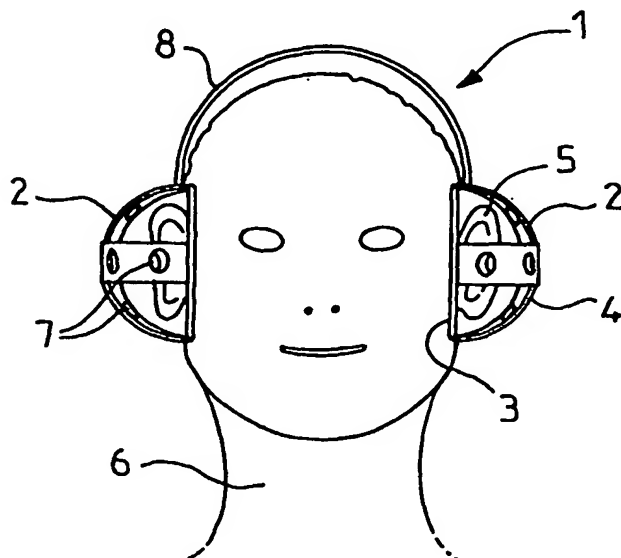
Publiée :

- avec rapport de recherche internationale
- avant l'expiration du délai prévu pour la modification des  
revendications, sera republiée si des modifications sont re-  
çues

[Suite sur la page suivante]

(54) Title: HEADPHONE FOR SPATIAL SOUND REPRODUCTION

(54) Titre : CASQUE ACOUSTIQUE POUR LA RESTITUTION SPATIALE D'UN SON.

(57) Abstract: The invention concerns a head-  
phone and a compatible recording device for spatial  
sound reproduction provided with two earphones,  
each earphone comprising a support defining at  
least partly a cap-like surface comprehensively  
covering the listener's ear. Each earphone includes  
at least five speakers arranged on said support.  
Said speakers are adapted to reproduce an acoustic  
field, such that it is perceived as being continuous  
by the human ear, for acoustic frequencies lower  
than a given maximum frequency.(57) Abrégé : L'invention est relative à un casque  
acoustique et à un dispositif d'enregistrement  
compatible, pour la restitution spatiale d'un  
son, muni de deux écouteurs, chaque écouteur  
comprenant un support définissant au moins  
partiellement une surface en calotte englobant  
totalement l'oreille de l'auditeur. Chaque écouteur  
comprend au moins cinq haut-parleurs disposés  
sur ledit support. Lesdits haut-parleurs sont aptes  
à reconstituer un champ acoustique, de sorte qu'il  
est perçu comme continu par l'oreille humaine,  
pour des fréquences acoustiques inférieures à une

fréquence maximale donnée.



---

*En ce qui concerne les codes à deux lettres et autres abréviations, se référer aux "Notes explicatives relatives aux codes et abréviations" figurant au début de chaque numéro ordinaire de la Gazette du PCT.*

**TITRE** : Casque acoustique pour la restitution spatiale d'un son.

La présente invention est relative à un dispositif, notamment un casque acoustique, pour la spatialisation d'un son. L'invention concerne également un dispositif d'enregistrement compatible avec un tel dispositif de  
5 spatialisation.

Par spatialisation d'un son, on entend la restitution des caractéristiques tridimensionnelles - azimuth, élévation et distance - d'une source sonore émettant un son ayant une fréquence et une intensité données.

On connaît de nombreux systèmes et dispositifs dont le but est  
10 de résoudre un tel problème technique. Cependant, ils ne proposent, le plus souvent, qu'une simple immersion dans une ambiance sonore, sans restituer véritablement les caractéristiques tridimensionnelles d'un son. Ces systèmes peuvent être mis en œuvre soit dans une salle, auquel cas la salle est équipée de plusieurs enceintes munies de haut-parleurs, soit à l'aide d'un casque  
15 acoustique, chaque écouteur du casque comprenant un haut-parleur.

Selon une première méthode, dite stéréophonie sur deux canaux, pour simuler le déplacement d'une source sonore, on utilise deux haut-parleurs, un canal par haut-parleur, et on pondère l'intensité du son sur les deux canaux correspondants, en répartissant la puissance à émettre entre  
20 les deux haut-parleurs. Il est donc possible de déplacer la source sonore en jouant sur le coefficient de pondération.

Cependant, cette technique a l'inconvénient de placer les sources sonores à l'intérieur de la tête de l'auditeur. De plus, on ne peut déplacer les sources sonores que sur une seule dimension au lieu de tout  
25 l'espace.

Afin d'améliorer l'impression d'immersion dans une ambiance sonore, il a été proposé d'utiliser quatre ou cinq haut-parleurs dans une salle. Il s'agit notamment du dispositif « Dolby Surround ». Un tel système comprend trois canaux acoustiques frontaux et un canal acoustique arrière. Un haut-  
30 parleur central et deux haut-parleurs gauche et droit diffusent lesdits canaux frontaux. Le haut-parleur central focalise les sources sonores quelle que soit la

position d'écoute. Le quatrième canal est diffusé par deux enceintes arrière et correspond à des informations d'ambiance et des effets de réverbération.

Cependant, un tel système ne permet pas de localiser précisément les sources sonores étant donné que le haut-parleur central les focalise quelle que soit la position d'écoute. Par ailleurs, il n'est pas possible, dans une telle salle, d'émettre des sons distincts pour les deux oreilles.

Selon un autre procédé pour simuler un effet de spatialisation, on répartit régulièrement, en cercle, une série de haut-parleurs orientés vers un point d'écoute, chaque haut-parleur diffusant un canal sonore particulier. Il s'agit donc d'une extension du procédé stéréophonique sur deux canaux. Cependant, l'effet de spatialisation n'est réellement obtenu qu'en un point particulier de la salle, dit point focal. Les auditeurs qui se trouvent ailleurs qu'en ce point focal entendent également les sons, mais ils subissent des illusions acoustiques, que l'on pourrait comparer à des illusions optiques.

Cela étant, un son perçu peut se réduire à une pression acoustique, supposée uniforme, au niveau des tympans. Ainsi, au niveau d'une oreille, la seule variable d'intérêt est la pression acoustique au niveau du tympan, qui dépend elle-même de la pression acoustique à l'entrée du conduit auditif, de la morphologie de l'oreille de l'auditeur. Dans un casque acoustique, le but est de reproduire cette pression, afin de reconstituer un son.

Cependant, pour deux auditeurs différents, la pression acoustique au niveau du tympan, et même de l'entrée du conduit auditif, résultant d'une même source sonore, sera différente. Cela ne les empêchera pas, sauf déficience auditive, de localiser la source sonore correctement.

Ces différences entre individus et entre les oreilles d'un même individu, proviennent des différences morphologiques. En effet, l'écartement des oreilles de l'auditeur et la présence d'un obstacle, la tête, sur la trajectoire de l'onde acoustique, introduisent un déphasage et une différence d'intensité dans une onde acoustique issue d'une même source sonore. Ainsi, la pression acoustique au niveau du tympan est différente entre l'oreille droite et l'oreille gauche, pour une même source sonore, en fonction de la position de cette

source par rapport à l'auditeur.

Divers dispositifs tentent de spatialiser un son en tenant compte de ces différences de perception entre les deux oreilles. Il s'agit simplement de diffuser le même son, en tenant compte des phénomènes physiques aboutissant au déphasage et à la différence d'intensité, dans les  
5 deux oreilles. C'est le principe binaural.

Cependant, des techniques binaurales reposent sur une base de données regroupant des mesures expérimentales, correspondant à des morphologies « moyennes ». Il n'est pas possible de modéliser l'appareil auditif  
10 humain, notamment le pavillon de l'oreille, dont la forme est trop complexe pour prendre en compte tous les phénomènes physiques nécessaires à une approche calculatoire. Ainsi, les techniques utilisées correspondent à des oreilles moyennes et les mesures sont réalisées sur des mannequins. Ces techniques présentent donc l'inconvénient de ne pas être adaptées à tous.

On connaît aussi du brevet US-6.038.330 un casque  
15 acoustique pour la spatialisation du son. Le casque présente, pour chaque écouteur, des haut-parleurs disposés régulièrement sur une surface en calotte.

Chacun desdits haut-parleurs est combiné avec un guide d'ondes pour orienter et concentrer le son émis sur le pavillon de l'auditeur.

Toutefois, la représentation spectrale du son émis par chacun  
20 desdits haut-parleurs est modifiée par lesdits guides d'ondes. Un tel casque ne permet alors pas de restituer spatialement des sons selon le principe de Huygens-Fresnel.

Le but de la présente invention est de proposer un casque  
25 acoustique pour la restitution spatiale d'un son, qui pallie les inconvénients précités.

En particulier, un tel casque doit permettre l'émission de sons distincts pour les deux oreilles, sans dépendance vis-à-vis des caractéristiques individuelles de l'appareil auditif. En d'autres termes, un tel casque doit  
30 permettre la spatialisation d'un son pour la grande majorité des auditeurs.

Un autre but de la présente invention est de proposer un

système dynamique, pouvant tenir compte des déplacements de la tête dans le champ acoustique reconstitué à l'aide d'un tel casque.

Un autre but de l'invention est de proposer un casque acoustique peu encombrant, simple d'utilisation et permettant une bonne  
5 mobilité de la tête, notamment pour l'adapter aisément en système dynamique.

Un but de l'invention est également de proposer un casque permettant de restituer un son de façon précise, en évitant les sensations de saccades lors du mouvement d'une source sonore, donnant l'impression d'un champ acoustique continu.

10 Encore un autre but de l'invention est de proposer un casque adaptable à n'importe quelle tête.

Un autre but de l'invention est de proposer un casque peu onéreux.

Encore un autre but de l'invention est de proposer un dispositif  
15 d'enregistrement compatible avec un tel casque acoustique.

D'autres buts et avantages de l'invention apparaîtront au cours de la description qui va suivre, qui n'est donnée qu'à titre indicatif et qui n'a pas pour but de la limiter.

L'invention concerne un casque acoustique pour la restitution  
20 spatiale d'un son, muni de deux écouteurs, chaque écouteur comprenant un support définissant au moins partiellement une surface en calotte englobant totalement l'oreille de l'auditeur, chaque écouteur comprenant au moins cinq haut-parleurs, disposés sur ledit support et aptes à reconstituer un champ acoustique.

25 L'invention concerne également un dispositif d'enregistrement d'un son destiné à une restitution spatiale ultérieure, constitué d'un casque tel que défini ci-dessus et dans lequel les haut-parleurs sont remplacés par des microphones omnidirectionnels ou cardioïdes, la surface en calotte d'enregistrement correspondant audit dispositif d'enregistrement étant  
30 confondue avec la surface en calotte (d'émission acoustique) d'undit casque auditif.

L'invention sera mieux comprise à la lecture de la description, accompagnée des figures en annexe, parmi lesquels :

- la figure 1 représente schématiquement la tête d'une personne coiffée d'un casque acoustique conforme à l'invention,
- 5       - les figures 2a, 2b, 2c sont des vues en perspective de l'écouteur gauche d'un casque conforme à l'invention, avant, intérieur et arrière respectivement,
- les figures 3a et 3b sont des vues en coupe d'un écouteur d'un casque conforme à l'invention, selon un plan vertical et un plan horizontal
- 10       respectivement,
- les figures 4 et 5 sont deux variantes de répartition de huit haut-parleurs, ou microphones, dans un écouteur, illustrées en plan et en coupe,
- la figure 6 est une variante de répartition de six haut-parleurs,
- 15       ou microphones, dans un écouteur, illustrées en plan et en coupe.

L'invention est née du constat de l'inexistence d'un dispositif simple de spatialisation du son, nécessitant peu de puissance de calcul, et adapté à tous. En effet, les dispositifs basés sur le principe binaural sont spécifiques à l'auditeur -ou le mannequin- sur lequel ont été réalisées les

20       mesures tandis que les salles stéréophoniques ne permettent une spatialisation du son qu'au point focal de la salle. De plus, les dispositifs en salle dépendent fréquemment de la géométrie de la pièce et de la disposition relative des haut-parleurs.

Les inventeurs ont abouti à l'invention en modifiant le point de

25       vue utilisé pour aborder le problème de la spatialisation d'un son. Au lieu de chercher à reproduire la pression acoustique au niveau du tympan ou de l'entrée du conduit auditif, comme cela a été le cas jusqu'à présent, ils ont cherché à reconstituer l'onde acoustique telle qu'elle peut être mesurée à une distance donnée de l'oreille, avant transformation par le pavillon et le conduit

30       auditif.

Les inventeurs ont donc décidé de créer une surface sonore

émettrice entourant le pavillon de l'oreille. Le fait que cette surface entoure le pavillon de l'oreille n'est pas anodin. En effet, cela permet de s'affranchir des caractéristiques morphologiques individuelles du pavillon puisque l'onde émise sera transformée par le pavillon de l'oreille, au même titre qu'un son  
5 quelconque.

L'utilisation d'un casque permet, en outre, de s'affranchir des problèmes de géométrie d'une salle. Cela permet également de développer, par exemple, des systèmes dynamiques tenant compte des déplacements de la tête dans l'espace, pour déplacer, virtuellement, l'environnement sonore  
10 reconstitué en fonction de ces mouvements de la tête.

D'après le principe de Huygens-Fresnel, tout point de l'espace touché par une onde acoustique devient une source secondaire et réémet à son tour une onde sphérique. Ainsi, la contribution d'une surface sonore émettrice telle qu'elle est perçue par le tympan est équivalente à l'addition de  
15 toutes les ondes sphériques émises par l'infinité de points de cette surface sonore émettrice.

Cependant, en pratique, on ne peut pas produire une infinité de sources sonores. Il a donc été nécessaire de déterminer un nombre fini de sources sonores qui, diffusant des sons en même temps, seraient équivalentes  
20 à ladite surface sonore émettrice.

Pour cela, on utilise la théorie de l'information, et plus particulièrement le théorème de Shanon. Selon ce théorème, la pulsation d'échantillonnage d'un signal sinusoïdal doit être au moins deux fois supérieure à la pulsation dudit signal sinusoïdal, si l'on veut éviter une perte de  
25 cohérence entre le signal sinusoïdal continu et l'échantillonnage. En d'autres termes, la période d'échantillonnage doit être deux fois plus petite que la période du signal sinusoïdal.

Un signal sonore peut se décomposer en une somme de signaux sinusoïdaux. Par une analogie espace-temps, la distance d'échantillonnage, entre deux haut-parleurs du signal sonore doit être  
30 inférieure à deux fois la longueur d'onde de ce signal. Si l'on considère que la



longueur d'onde limitante est la longueur d'onde la plus courte du signal, c'est-à-dire que la fréquence limitante est la fréquence la plus élevée du signal, on obtient :  $\Delta l \leq 2.\lambda$ , où  $l$  est la distance séparant deux haut-parleurs (ou microphones) et  $\lambda$  est la plus petite longueur d'onde du signal.

5                   Ainsi, l'échantillonnage -émission ou enregistrement- conserve toutes les informations du signal échantillonné pour les fréquences inférieure ou égale à la moitié de la fréquence d'échantillonnage.

La plage des fréquences audibles est de 20 Hz à 20 kHz, mais les fréquences sonores les plus souvent perçues sont inférieures à 5 kHz. On  
10 choisit donc une fréquence d'échantillonnage de 10 kHz.

Comme illustré aux différentes figures, on aboutit à un casque  
1 comprenant deux écouteurs 2, chaque écouteur comprenant au moins cinq haut-parleurs disposés sur un support 3, 4. Ledit support 3, 4 définit au moins partiellement une surface en calotte, apte à englober totalement l'oreille de  
15 l'auditeur 6.

L'expression « en calotte » signifie que l'écouteur englobe totalement le pavillon de l'oreille, sans qu'il y ait de contact entre la surface « en calotte » et le pavillon. Avantageusement, cette surface se présente sous la forme d'une hémisphère ou d'une portion d'hémisphère. Elle peut également  
20 être ovoïde, voire éventuellement polyédrique. L'essentiel réside dans le fait que la surface en calotte englobe l'oreille de l'auditeur, et constitue un squelette support pour les haut-parleurs.

Dans les différentes figures, ledit écouteur présente une surface en calotte hémisphérique.

25                   Ledit écouteur 2 peut être ouvert ou fermé. S'il est ouvert, ladite surface hémisphérique n'est que partiellement matérialisée par le support 3, 4. S'il est fermé, le support 3, 4 matérialise complètement ladite surface hémisphérique. Avantageusement, lesdits au moins cinq haut-parleurs peuvent être répartis en forme de croix, ce qui permet d'obtenir une surface  
30 acoustique émettrice satisfaisante.

Ledit support est constitué notamment d'une bague 3 à

laquelle sont fixées deux bandes 4 cintrées, une bande horizontale 42 et une bande verticale 43. Lesdites bandes 4 cintrées forment une croix. En outre, elles sont percées d'orifices 41 aptes à recevoir lesdits haut-parleurs 44.

Les orifices 41 sont répartis régulièrement, de sorte que la  
5 distance séparant deux haut-parleurs contigus est inférieure ou égale à 3 cm, pour une fréquence maximale du signal échantillonné de 5 kHz. Le diamètre D de la bague 3 est, dans cet exemple, de 8 cm.

Chaque bande cintrée 42, 43 est munie d'un orifice 41 au  
niveau du point d'intersection des deux bandes, comme illustré aux différentes  
10 figures. Par exemple, la bande horizontale 42, comprend quatre orifices 41 espacés d'un angle de  $36^\circ$  entre eux ; la bande verticale 43 comprend trois orifices 41 espacés d'un angle de  $45^\circ$  entre eux. Ainsi, l'écouteur 2 peut recevoir six haut-parleurs dont un à l'intersection des deux bandes support 42, 43.

15 Par exemple, la surface hémisphérique a un rayon r de 4 cm.

Bien entendu, on pourrait prévoir un plus grand nombre de haut-parleurs, disposés par exemple sur les branches d'une étoile et plus proche les uns des autres, pour obtenir une fréquence maximale du signal échantillonné, en l'occurrence émis, supérieure à 5 kHz.

20 Par exemple, comme illustré aux figures 4 et 5, l'écouteur peut comporter huit haut-parleurs 44. Sont représentées, en haut à gauche des figures 4 et 5, une vue plane de ces deux variantes et, autour de la vue plane, des vues en coupe selon les lignes AA, BB, CC, A'A', B'B', C'C'. Dans ces exemples, les écouteurs sont hémisphériques.

25 Ainsi, en vue plane, les haut-parleurs 44 sont répartis régulièrement autour de deux cercles concentriques, un cercle extérieur 31 de grand rayon et un cercle intérieur 32 de rayon inférieur à celui du cercle extérieur 31.

Dans la variante illustrée à la figure 4, les haut-parleurs 44 se  
30 trouvent au sommet d'un pentagone régulier inscrit dans le cercle extérieur 31 et d'un triangle équilatéral inscrit dans le cercle intérieur 32.

Dans la variante illustrée à la figure 5, les haut-parleurs 44 sont situés aux sommets de deux carrés inscrits respectivement dans le cercle intérieur 32 et le cercle extérieur 31, les diagonales d'un des carrés étant sensiblement parallèles aux côtés de l'autre carré.

5           Avantageusement, les cercles extérieur 31 et intérieur 32 sont sensiblement parallèles au plan défini par la bague 3 et se trouvent sous un angle de  $30^\circ$  ( $\pi/6$  rad) et de  $60^\circ$  ( $\pi/3$  rad) par rapport au centre 33 de l'hémisphère.

10           Selon une autre variante, représentée à la figure 6, l'écouteur comporte six haut-parleurs 44, quatre répartis régulièrement aux sommets d'un carré inscrit dans un cercle extérieur 31 et les deux autres répartis sur une diagonale dudit carré, sur un cercle intérieur 32.

15           Ainsi, lesdits au moins cinq haut-parleurs sont aptes à reconstituer un champ acoustique, perçu comme continu par l'oreille humaine, pour des fréquences acoustiques inférieures à une fréquence maximale donnée, notamment 5 kHz.

20           L'expression « perçu comme continu » signifie que le déplacement d'une source sonore émettant un signal de fréquence inférieur ou égal à 5 kHz, restituée par le casque acoustique, est perçu sans saccade ni à-coups mais de manière continue. L'auditeur n'a pas l'impression que la source sonore passe sans transition d'un point de l'espace à l'autre quand le déplacement aurait dû être perçu comme progressif.

          Avantageusement, un casque conforme à l'invention comprend au moins six haut-parleurs par écouteur.

25           Selon une première variante de l'invention, un casque 1 est muni d'écouteurs ouverts, tel qu'illustré aux différentes figures. Dans ce cas, le support 3, 4 est constitué d'une armature ouverte, apte à recevoir les haut-parleurs. D'un point de vue acoustique, cela signifie que l'auditeur peut entendre un son non émis par les haut-parleurs, sans déformation, ni  
30   atténuation.

Selon une autre variante, les écouteurs 2 sont fermés. Dans ce cas, le support est constitué d'une coque définissant une surface hémisphérique apte à recevoir lesdits haut-parleurs.

Bien que cela ne soit pas illustré, des moyens de connexion électrique sont prévus entre les haut-parleurs 44 et, par exemple, une sortie audio d'un amplificateur, d'un baladeur, une carte son ou de tout autre appareil électronique similaire. Il pourrait également s'agir de moyens de transmission sans fil, évitant ainsi l'encombrement généré par des fils électriques.

Avantageusement, ledit casque sert de support à un microphone situé à l'extrémité d'une branche, devant la bouche de l'auditeur, pour permettre à celui-ci de parler, notamment de manière interactive, avec une autre personne équipée par exemple d'un même casque.

Lesdits écouteurs 2 peuvent présenter diverses caractéristiques supplémentaires. Par exemple, la bague 3, c'est-à-dire la zone de l'écouteur en contact avec la tête de l'auditeur, peut être équipée d'un anneau de mousse, afin d'améliorer le confort de l'auditeur 6 lors de l'utilisation du casque.

Les éléments du support 3, 4 sont constitués par exemple d'aluminium ou d'un autre métal léger, ou encore de plastique.

Comme illustré, les deux écouteurs 2 du casque 1 sont reliés par un bandeau 8 qui passe au-dessus de la tête de l'auditeur 6. Il peut s'agir d'un bandeau réglable, en divers matériaux connus de l'homme du métier.

Par ailleurs, selon une caractéristique avantageuse, un tel casque acoustique est équipé d'un dispositif de suivi des déplacements de la tête ou « head-track ». Ainsi, les mouvements de la tête de l'auditeur 6 peuvent être détectés et le signal diffusé par les haut-parleurs de chaque écouteur 2 peut être modifié en fonction de ces mouvements, afin d'offrir à l'auditeur 6 une véritable impression de déplacement auditif, dans un espace virtuel notamment. Ce type de dispositif est particulièrement utile lorsqu'il est couplé à un casque de vision en trois dimensions.

L'invention est également relative à un dispositif d'enregistrement pour la restitution spatiale ultérieure d'un son, constitué d'un casque tel que décrit ci-dessus. Cela étant, dans un tel dispositif d'enregistrement, les haut-parleurs sont remplacés par des microphones  
5 omnidirectionnels ou cardioïdes orientés vers l'extérieur des écouteurs, c'est-à-dire à l'opposé des oreilles 5 d'un auditeur 6 potentiel.

Pour une bonne compatibilité entre un tel dispositif d'enregistrement et un casque acoustique 1 conforme à l'invention, la surface en calotte d'enregistrement correspondant au dispositif d'enregistrement est  
10 confondue avec la surface en calotte d'émission acoustique d'un tel casque acoustique.

Avec un tel casque acoustique et un tel dispositif d'enregistrement, il n'est plus nécessaire de se préoccuper des transformations subies par l'onde sonore, dues à l'appareil auditif, puisqu'on  
15 enregistre et on émet les sons avant ces transformations.

Un tel casque peut trouver son application dans de nombreux domaines, et notamment :

- les loisirs et jeux dits de « réalité virtuelle », qui reconstituent un espace audiovisuel virtuel,
- 20 - la téléconférence, pour simuler une salle de réunion ou de conférence et localiser virtuellement les intervenants les uns par rapport aux autres, autrement que par l'intermédiaire d'un simple écran,
- toute autre application où l'on peut souhaiter coupler, par exemple, un espace acoustique à un espace visuel reconstitués.

25 Naturellement, d'autres modes de mise en œuvre, à la portée de l'homme du métier, auraient pu encore être envisagés sans pour autant sortir du cadre de l'invention, objet des revendications ci-après.

**REVENDEICATIONS**

1. Casque acoustique pour la restitution spatiale d'un son, muni de deux écouteurs, chaque écouteur comprenant un support définissant au moins partiellement une surface en calotte englobant totalement l'oreille de  
5 l'auditeur, chaque écouteur comprenant au moins cinq haut-parleurs, disposés sur ladite surface hémisphérique caractérisé en ce que deux haut-parleurs contigus sont espacés d'une distance inférieure à deux fois la plus petite longueur d'onde correspondant à une fréquence maximale donnée de telle façon à reconstituer un champ acoustique perçu comme continu par l'oreille  
10 humaine, pour des fréquences acoustiques inférieures à ladite fréquence maximale donnée, ladite fréquence maximale étant une fréquence audible à l'oreille humaine moyenne.
2. Casque selon la revendication 1 comprenant au moins six haut-parleurs par écouteur.
- 15 3. Casque selon la revendication 1, dans lequel ladite fréquence maximale vaut 5 kHz et dans lequel deux haut-parleurs contigus sont espacés d'une distance inférieure ou égale à 3 cm.
4. Casque selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans lequel lesdits écouteurs sont ouverts, ledit support étant  
20 constitué d'une armature apte à recevoir lesdits haut-parleurs.
5. Casque selon l'une quelconque des revendications 1 à 3, dans lequel lesdits écouteurs sont fermés, ledit support comprenant une coque définissant une surface en calotte apte à recevoir lesdits haut-parleurs.
6. Dispositif d'enregistrement d'un son destiné à une restitution  
25 spatiale ultérieure, constitué d'un casque selon l'une quelconque des revendications précédentes dans lequel les haut-parleurs sont remplacés par des microphones omnidirectionnels ou cardioïdes, la surface en calotte d'enregistrement correspondant audit dispositif d'enregistrement étant confondue avec ladite surface en calotte (d'émission acoustique) d'undit  
30 casque.

1/3

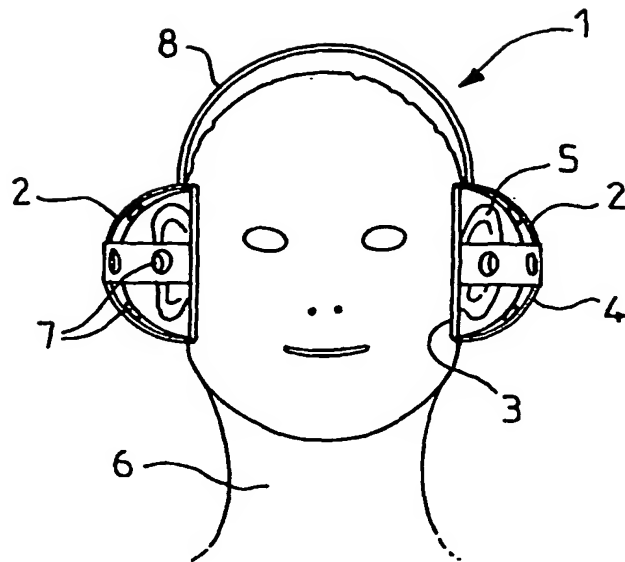


FIG. 1

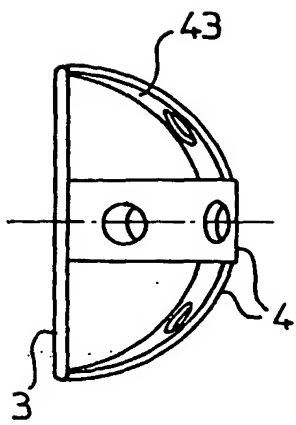


FIG. 2a

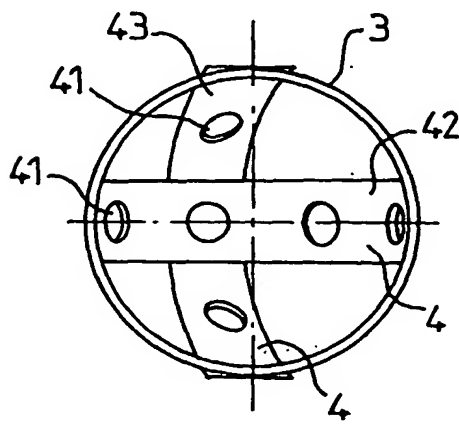


FIG. 2b

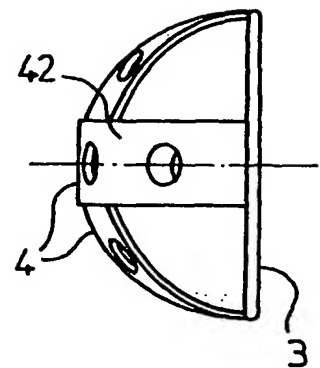


FIG. 2c

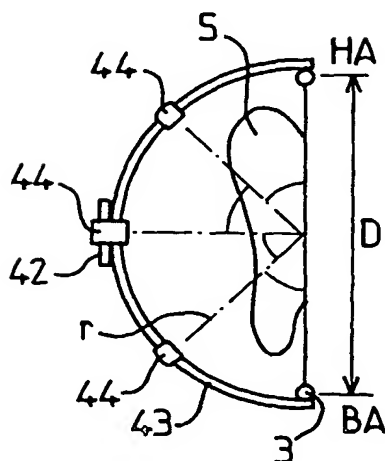


FIG. 3a

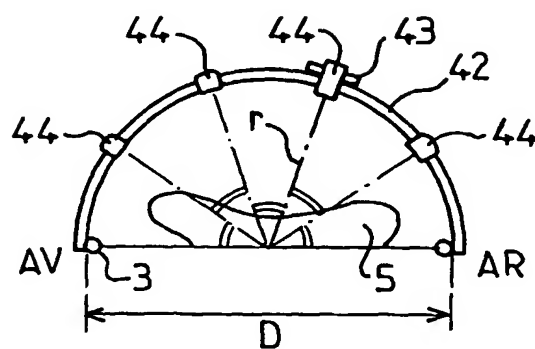


FIG. 3b

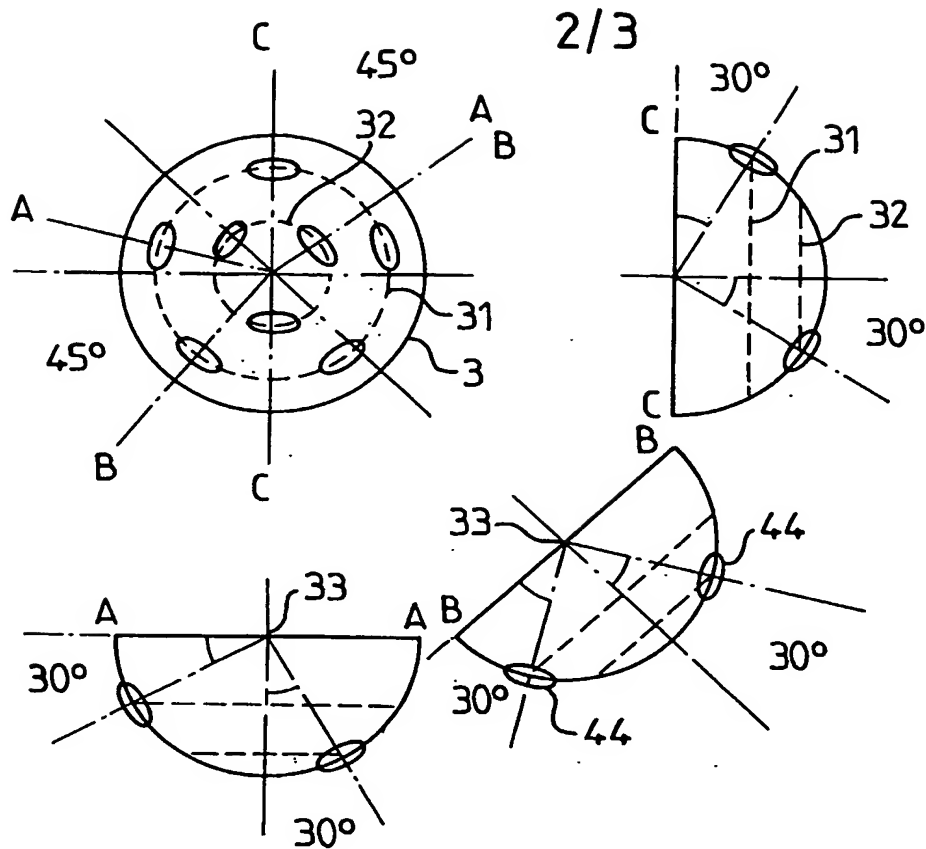


FIG. 4

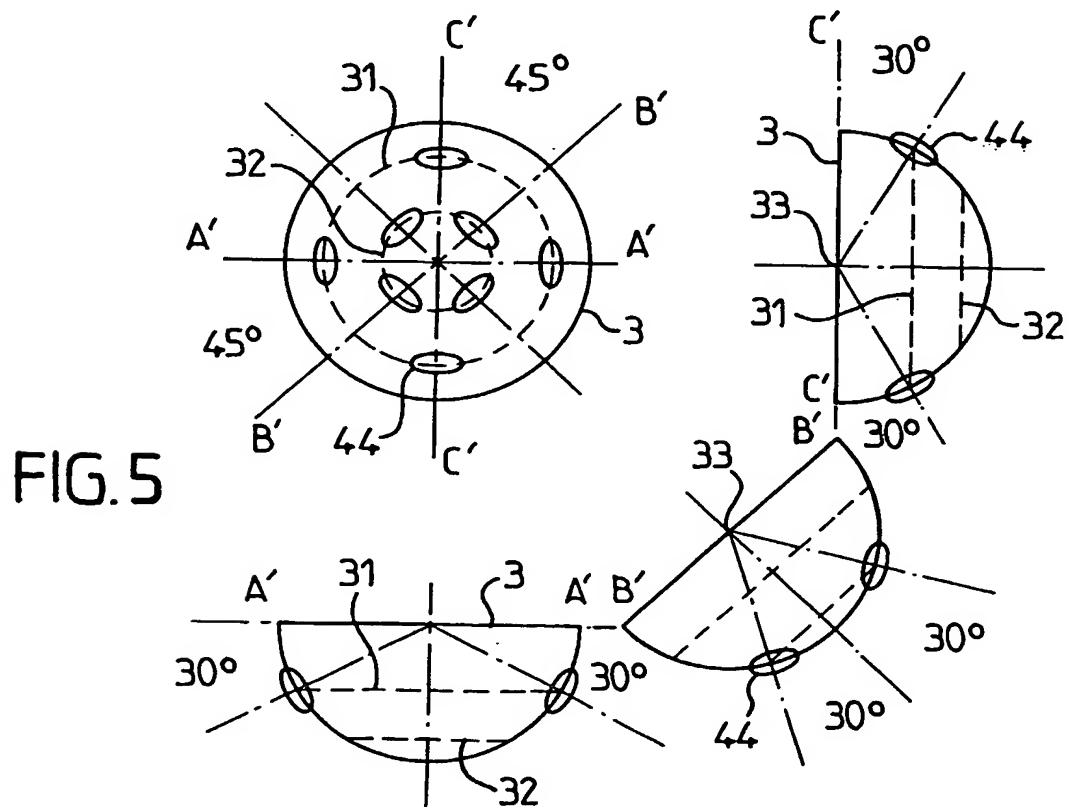


FIG. 5



3/3

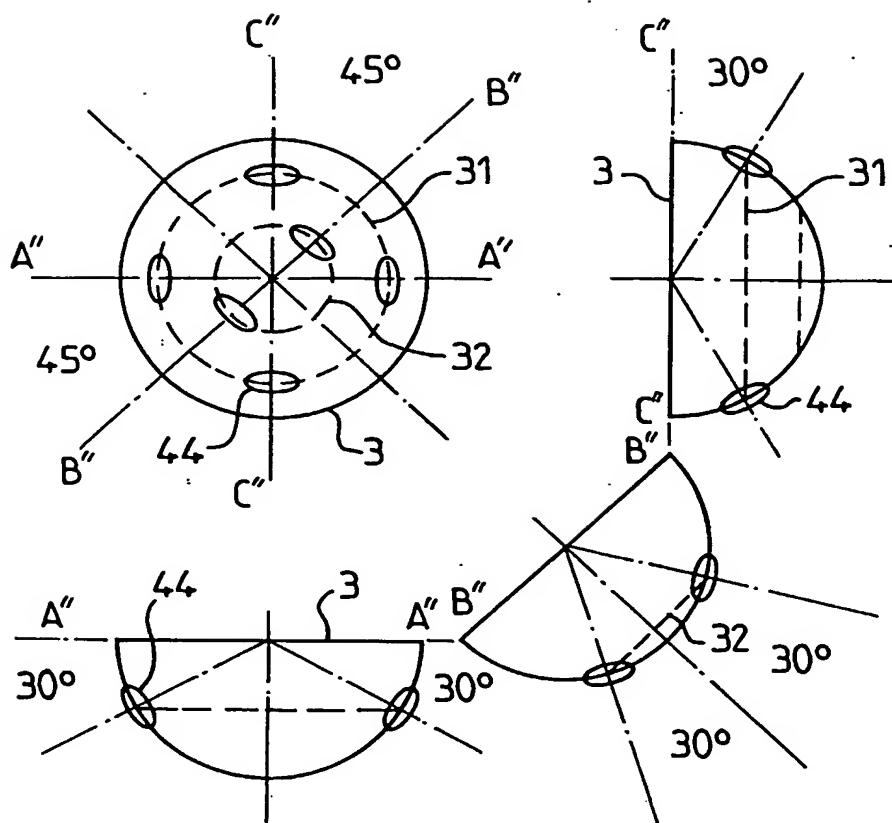


FIG. 6

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

PCT/FR2004/001033

**A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER**  
 IPC 7 H04R5/033 H04R5/027

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

**B. FIELDS SEARCHED**

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)  
 IPC 7 H04R

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal, WPI Data, PAJ, INSPEC

**C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT**

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	US 6 038 330 A (MEUCCI JR ROBERT JAMES) 14 March 2000 (2000-03-14) column 3, line 60 - column 4, line 11 column 5, line 53 - column 6, line 49 column 8, line 57 - column 10, line 14; figures 1,2,4,6	1-5
Y	----- -/--	6

☒ Further documents are listed in the continuation of box C.

☒ Patent family members are listed in annex.

\* Special categories of cited documents:

- \*A\* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- \*E\* earlier document but published on or after the international filing date
- \*L\* document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- \*O\* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- \*P\* document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

- \*T\* later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
- \*X\* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- \*Y\* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.
- \*G\* document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

3 September 2004

Date of mailing of the international search report

24/09/2004

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2  
 NL - 2280 HV Rijswijk  
 Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
 Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Kunze, H

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

PCT/FR2004/001033

C(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	G. THEILE, H. WITTEK, M. REISINGER: "Wellenfeldsynthese, Teil I" FERNSEH- UND KINOTECHNIK, VORGETRAGEN AUF DER 22. TONMEISTERTAGUNG IN HANNOVER, 22-11-2002, vol. 57, no. 4/2003, 1 April 2003 (2003-04-01), pages 735-739, XP002260015 Heidelberg page 736, column 3, paragraph 3 - page 737, column 2, paragraph 2; figures 3-5 -----	6
A	US 6 263 085 B1 (WEFFER SERGIO W) 17 July 2001 (2001-07-17) column 4, line 18 - column 4, line 53; figures 1-4 -----	1-5
A	EP 1 274 274 A (HU KEN-PEI ;SHEN YAO-SHENG (TW)) 8 January 2003 (2003-01-08) paragraph '0006!; figures 1,3 -----	1-5
A	WO 02/25990 A (KIM SUNG IL ;MM GEAR CO LTD (KR)) 28 March 2002 (2002-03-28) page 2, line 23 - page 3, line 8; figures 1-4 -----	1-5
A	US 5 260 920 A (IDE HIROAKI ET AL) 9 November 1993 (1993-11-09) column 1, line 30 - column 1, line 37; figures 1,2 -----	6
A	EP 0 848 572 A (CITY PROMOTION NETWORK CO LTD) 17 June 1998 (1998-06-17) column 1, line 33 - column 1, line 39; figure 12 -----	6

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

PCT/FR2004/001033

Patent document cited in search report		Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 6038330	A	14-03-2000	NONE	
US 6263085	B1	17-07-2001	NONE	
EP 1274274	A	08-01-2003	EP 1274274 A1	08-01-2003
WO 0225990	A	28-03-2002	AU 1896901 A	02-04-2002
			CN 1454444 T	05-11-2003
			EP 1330935 A1	30-07-2003
			JP 2004509541 T	25-03-2004
			WO 0225990 A1	28-03-2002
US 5260920	A	09-11-1993	JP 1975768 C	27-09-1995
			JP 4051700 A	20-02-1992
			JP 6101875 B	12-12-1994
EP 0848572	A	17-06-1998	WO 9738553 A1	16-10-1997
			EP 0848572 A1	17-06-1998

# RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

PCT/FR2004/001033

A. CLASSEMENT DE L'OBJET DE LA DEMANDE  
CIB 7 H04R5/033 H04R5/027

Selon la classification internationale des brevets (CIB) ou à la fois selon la classification nationale et la CIB

## B. DOMAINES SUR LESQUELS LA RECHERCHE A PORTE

Documentation minimale consultée (système de classification suivi des symboles de classement)

CIB 7 H04R

Documentation consultée autre que la documentation minimale dans la mesure où ces documents relèvent des domaines sur lesquels a porté la recherche

Base de données électronique consultée au cours de la recherche internationale (nom de la base de données, et si réalisable, termes de recherche utilisés)

EPO-Internal, WPI Data, PAJ, INSPEC

## C. DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS

Catégorie *	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
X	US 6 038 330 A (MEUCCI JR ROBERT JAMES) 14 mars 2000 (2000-03-14) colonne 3, ligne 60 - colonne 4, ligne 11 colonne 5, ligne 53 - colonne 6, ligne 49 colonne 8, ligne 57 - colonne 10, ligne 14; figures 1,2,4,6	1-5
Y	----- -/--	6

☒ Voir la suite du cadre C pour la fin de la liste des documents

☒ Les documents de familles de brevets sont indiqués en annexe

### \* Catégories spéciales de documents cités:

- \*A\* document définissant l'état général de la technique, non considéré comme particulièrement pertinent
- \*E\* document antérieur, mais publié à la date de dépôt international ou après cette date
- \*L\* document pouvant jeter un doute sur une revendication de priorité ou cité pour déterminer la date de publication d'une autre citation ou pour une raison spéciale (telle qu'indiquée)
- \*O\* document se référant à une divulgation orale, à un usage, à une exposition ou tous autres moyens
- \*P\* document publié avant la date de dépôt international, mais postérieurement à la date de priorité revendiquée

- \*T\* document ultérieur publié après la date de dépôt international ou la date de priorité et n'appartenant pas à l'état de la technique pertinent, mais cité pour comprendre le principe ou la théorie constituant la base de l'invention
- \*X\* document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme nouvelle ou comme impliquant une activité inventive par rapport au document considéré isolément
- \*Y\* document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme impliquant une activité inventive lorsque le document est associé à un ou plusieurs autres documents de même nature, cette combinaison étant évidente pour une personne du métier
- \*Z\* document qui fait partie de la même famille de brevets

Date à laquelle la recherche internationale a été effectivement achevée

3 septembre 2004

Date d'expédition du présent rapport de recherche internationale

24/09/2004

Nom et adresse postale de l'administration chargée de la recherche internationale  
Office Européen des Brevets, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
Fax: (+31-70) 340-3016

Fonctionnaire autorisé

Kunze, H

# RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

PCT/FR2004/001033

## C.(suite) DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS

Catégorie	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
Y	G. THEILE, H. WITTEK, M. REISINGER: "Wellenfeldsynthese, Teil I" FERNSEH- UND KINOTECHNIK, VORGETRAGEN AUF DER 22. TONMEISTERTAGUNG IN HANNOVER, 22-11-2002, vol. 57, no. 4/2003, 1 avril 2003 (2003-04-01), pages 735-739, XP002260015 Heidelberg page 736, colonne 3, alinéa 3 - page 737, colonne 2, alinéa 2; figures 3-5	6
A	US 6 263 085 B1 (WEFFER SERGIO W) 17 juillet 2001 (2001-07-17) colonne 4, ligne 18 - colonne 4, ligne 53; figures 1-4	1-5
A	EP 1 274 274 A (HU KEN-PEI ; SHEN YAO-SHENG (TW)) 8 janvier 2003 (2003-01-08) alinéa '0006!; figures 1,3	1-5
A	WO 02/25990 A (KIM SUNG IL ; MM GEAR CO LTD (KR)) 28 mars 2002 (2002-03-28) page 2, ligne 23 - page 3, ligne 8; figures 1-4	1-5
A	US 5 260 920 A (IDE HIROAKI ET AL) 9 novembre 1993 (1993-11-09) colonne 1, ligne 30 - colonne 1, ligne 37; figures 1,2	6
A	EP 0 848 572 A (CITY PROMOTION NETWORK CO LTD) 17 juin 1998 (1998-06-17) colonne 1, ligne 33 - colonne 1, ligne 39; figure 12	6

# RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Renseignements

membres de familles de brevets

PCT/FR2004/001033

Document brevet cité au rapport de recherche		Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
US 6038330	A	14-03-2000	AUCUN	
US 6263085	B1	17-07-2001	AUCUN	
EP 1274274	A	08-01-2003	EP 1274274 A1	08-01-2003
WO 0225990	A	28-03-2002	AU 1896901 A CN 1454444 T EP 1330935 A1 JP 2004509541 T WO 0225990 A1	02-04-2002 05-11-2003 30-07-2003 25-03-2004 28-03-2002
US 5260920	A	09-11-1993	JP 1975768 C JP 4051700 A JP 6101875 B	27-09-1995 20-02-1992 12-12-1994
EP 0848572	A	17-06-1998	WO 9738553 A1 EP 0848572 A1	16-10-1997 17-06-1998